irmgn.ir

فصل پنجم

تولید ناب

۵-۱- مقدمه

تولید ناب[1] اصطلاح نوینی است که می‌توان آن را به کتاب جیم وودمان، دانیل جونز و دانیل روس یعنی ماشینی که جهان را تغییر داد در سال ۱۹۹۱، نسبت داد. مولفین در این کتاب فعالیتهای تولید را که توسط سیستم تولید تویوتا نشان داده شده بود، آزمایش کردند. تولید ناب عبارت از حذف سیستماتیک ضایعات است. همانگونه که از اسم آن پیداست، تولید ناب روی حذف عملیات اضافی از فعالیتهای تولید تمرکز دارد و نیز به شکل موفقیت آمیزی قابل اعمال به فعالیتهای مهندسی و اجرایی می‌باشد. اگرچه تولید ناب یک اصطلاح نسبتاً جدید است، اکثر ابزاری که در آن استفاده می‌شوند را می‌توان به فردریک تیلور و گیلبرت در اوایل قرن بیستم نسبت داد. چیزی که تولید ناب انجام داده است اینست که برخی تجارب مورد قبول مهندسی صنایع/ساخت را در یک سیستم گردآوری کرده که واقعاً می‌تواند در هر محیطی کار کند. شکل ۵-۱ تعریفی اولیه از تولید ناب را نشان می‌دهد.

تعریف ناب

- **نصف (کردن) ساعات کار نیروی انسانی در کارخانه**
- **نصف (کردن) عیوب در محصول نهایی**
- **یک سوم (کردن) ساعات امور مهندسی**
- **نصف (کردن) فضای کارخانه برای تولید مشابه**
- **یک دهم یا کمتر (کردن) انبار محصول در طی فرایند**

ماخذ: ماشینی که جهان را تغییر داد

ووماک، جونز، روس ۱۹۹۱

شکل ۵-۱- تعریفی ابتدایی از ناب

[1] - Lean Production

irmgn.ir

۵-۱-۱- سه M در تولید ناب

تولید ناب یک روش ژاپنی است که بر پایه سه M استوار است. این M ها عبارتند از: muda واژه ژاپنی معادل ضایعات، mura واژه ژاپنی معادل ناسازگاری و muri واژه ژاپنی معادل نامعقول بودن.

muda بطور خاص روی فعالیتهایی که باید حذف شوند تمرکز دارد. در امر تولید طبقه بندی هایی از ضایعات وجود دارد. ضایعات بطور کلی به هر چیزی که به محصول هزینه‌ای اضافه کند بدون اینکه ارزش افزوده‌ای برای آن داشته باشد، اطلاق می‌گردد. muda (یا ضایعات) بطور کلی به شکل زیر می‌تواند طبقه بندی گردد:

۱- تولید اضافی و تولید زودهنگام
۲- تاخیرها
۳- جابجایی و حمل و نقل
۴- طراحی بد فرایند
۵- انبار
۶- عملکرد ناکارامد یک فرایند
۷- ساخت قطعات نامرغوب

این ضایعات در شکل ۵-۲ نشان داده شده‌اند.

<table>
<tr><td>اصلاحات:
تعمیر یا کار مجدد</td><td>انتظار:
هر زمان غیر کاری جهت انتظار برای ابزار، منابع، قطعات و غیره</td><td>پردازش:
انجام کار بیش از حد ضرورت</td></tr>
<tr><td colspan="2">حرکت:
هر حرکت اضافی برای برداشتن یا انباشتن قطعات، همچنین راه رفتن اضافی</td><td>انواع ضایعات</td><td>انبار کردن:
نگهداری اضافی مواد اولیه یا محصول نهایی در انبار و قطعات در فرایند</td></tr>
<tr><td colspan="2">تولید بیش از حد:
تولید بیش از مقدار مورد نیاز یا قبل از اینکه نیاز باشد</td><td colspan="2">حمل:
تلاش بیهوده برای حمل و نقل مواد، قطعات یا محصول نهایی به انبار یا خارج از انبار و یا بین فرایندها</td></tr>
</table>

شکل ۵-۲-هفت شکل ضایعات

تولید اضافی منجر به ضایعات می‌شود زیرا منابع را زودتر در اختیار گرفته و ارزش افزوده محصول تا زمانی که استفاده شود(فروخته شود) آشکار نمی‌گردد. در جامعه امروزی با سرعت تحول زیاد، خیلی از اجناس تولید شده

irmgn.ir

قبل از اینکه به مشتری خاصی فروخته شوند و تقاضایی برای آنها دریافت گردد، اغلب از رده خارج می‌گردند. این بدان معنی است که یک کالای خیلی خوب اغلب بدلیل از رده خارج بودن دور انداخته می‌شود. اشغال بی‌دلیل یک منبع تولیدی (ماشین، اپراتور یا هر دو) برای تولید یک محصول کاری است که واقعاً باید از آن اجتناب نمود.

تاخیراتی از قبیل انتظار برای مواد اولیه نیز منجر به استفاده نامطلوب از ظرفیت و افزایش زمان تحویل می‌گردد. مواد اولیه و اجزای قطعات باید تقریباً در زمانی که بوسیله منابع پایین دست مورد نیازند کامل گردند. خیلی زود خوب نیست ولی دیر بدتر است.

جابجایی و حمل و نقل همیشه باید در کمترین اندازه نگاه داشته شوند. جابجایی مواد یک فرایند بدون ارزش افزوده است که می‌تواند سه پیامد داشته باشد:۱) محصول در مکان خوب در زمان مناسب و در شرایط مناسب کامل می‌شود ۲) قطعه ای که در مکان اشتباه کامل می‌شود ۳) قطعه ای که در جابجایی آسیب دیده و نیاز به تعمیر یا دور انداختن دارد. دو پیامد از سه پیامد مطلوب نیستند که ما را بیشتر به سمت کمینه کردن جابجایی مواد هدایت می‌کند. بدلیل اینکه جابجایی مواد در همه عملیات ها اتفاق می‌افتد، هرگاه ممکن باشد، جابجایی باید در فرایند یکپارچه و فواصل حمل کمینه شود.

فرایندی با طراحی نامناسب منجر به استفاده بیش از حد منابع تولید(نیروی انسانی و ماشین‌ها) می‌شود. در امر تولید، فرایند بی‌نقص و کامل وجود ندارد. عموماً بهبود در فرایندها مرتباً با فعالیتهای موثر جدید بکار رفته در فرایند ایجاد می‌شود. بهبود مداوم فرایند جزء حیاتی در تولید ناب است.

انبار اضافی سودآوری را کاهش می‌دهد. امروزه برای یک سازنده انبار کردن محصول در محل تولید غیر معمول است. فروشنده بعد از زمانیکه مواد از انبار بیرون آمدند مالک مواد به شمار می‌آید. در اکثر روش‌ها این هم برای مصرف کننده و هم برای فروشنده مفید است. فروشنده مواد خود را خارج از سایت انبار می‌کند و استفاده کننده نیازی ندارد تا تعهد مالی برای موجودی حجیم انبار را بدهد.

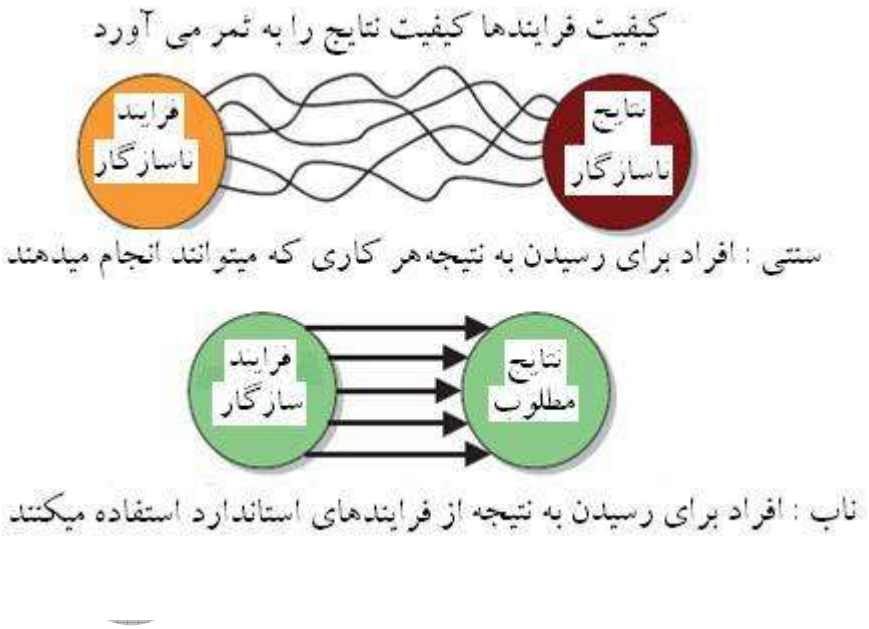
عملکرد ناکافی یا نامطلوب فرایند همیشه منجر به استفاده بیش از حد منابع تولید و یک محصول پرهزینه می‌شود. خیلی از فرایندها در راندمان خیلی پایین تر از حد مطلوب کار می‌کنند. بهبود مداوم فرایند برای یک شرکت تولیدی جهت بقا در رقابت مهم است. جابجایی اضافی یا غیر ضروری قطعات باید جزو اولین اهداف حذف ضایعات باشد.

irmgn.ir

کیفیت پایین هرگز مطلوب نیست. ضایعات مواد و نیروی کار از ایجاد هرگونه نقص ناشی می‌شود. بعلاوه هزینه جبران کیفیت پایین (دوباره کاری) اغلب می‌تواند از قیمت محصول بیشتر گردد. یک تعادل بحرانی بین سرعت و کیفیت فرایند وجود دارد. یک فرایند باید در حد امکان سریع و بدون فدا کردن کیفیت قابل قبول، اجرا گردد.

از مباحث بالا روشن است که ضایعات دشمن همیشگی تولید است. حذف ضایعات باید یک فرایند پیوسته باشد که روی بهبود منظم فرایند تمرکز کند. بازدیدهای منظم از میزان کار انجام شده توسط کارگران باید هر چند بار انجام شود.

M دوم برای mura یا ناسازگاری است. ناسازگاری مشکلی است که تغییر پذیری تولید را افزایش می‌دهد. mura در تمام فعالیتهای تولید از فرایند و جابجایی مواد تا مهندسی و مدیریت مشاهده می‌شود. شکلهای ۵-۳ و ۵-۴ برخی ویژگیهای mura را نشان می‌دهند.



شکل ۵-۳- ناسازگاری یکی از مشکلات تولید است

هنری فورد- استانداردها

استاندارد سازی یک روش عبارت از انتخاب بهترین روش از بین چندین روش و استفاده از آن است. استانداردسازی

irmgn.ir

معنایی جز استاندارد کردن رو به رشد ندارد.

امروزه استاندارد سازی بجای اینکه مانع بهبود باشد، شالوده ضروری برای پایه و اساس بهبودهای آتی است.

اگر به استاندارد سازی به این دید نگاه کنید که بهترین چیزی است که امروز میدانید و در آینده بهبود داده خواهد شد، به جایی می رسید. ولی اگر به آن به عنوان یک عامل دست و پا گیر بنگرید آنگاه پیشرفت متوقف می‌شود.

هنری فورد ۱۹۲۶

امروز و فردا

شکل ۵-۴- هنری فورد در استانداردها(یا علیه ناسازگاری)

M آخر muri یا نامعقول بودن است. muri در انواع گوناگون فعالیتهای تولید و مدیریت دیده می‌شود. به عنوان مثال شکل ۵-۵ مثالی از نامعقول بودن را از طریق سرزنش شخصی برای مشکلات بجای نگاه به راه حل مشکلات نشان می‌دهد. نامعقول است که بجای رفع مشکلات، ملامت کنیم. این برای تمام فعالیتهای تولید صادق است، چیزی که منطقی است را انجام دهید. احساساتی نشوید.

الگوی جدید- فرهنگ بدون سرزنش

مدیریت، فرهنگی را خلق می‌کند در جایی که:

- **مشکلات به عنوان فرصتها شناخته می‌شوند**
- **ارتکاب اشتباهات قانونی بلامانع است**
- **مشکلات بدلیل افزایش اعتماد آشکار می‌شوند**
- **افراد مشکل نیستند بلکه آنها حلال مشکلند**
- **تاکید برای جایگزینی یافتن راه حل بجای یافتن مقصر**

شکل ۵-۵- منطقی باشید

۵-۱-۲- پنج S تولید ناب

اکثر تولیدات ناب حس مشترکی به محیطهای تولید اعمال می‌کنند. در پیاده سازی ناب پنج S بطور مداوم استفاده می‌شوند تا در سازماندهی تولید کمک کنند. این پنج S ژاپنی بوده و عبارتند از:

Seiri (دسته‌بندی، قطعات ضروری)

irmgn.ir

Seiton (مرتب کردن، کاریابی موثر)

Seison (پاکسازی، نظافت)

Seiketsu (استاندارد سازی، بهبود مداوم)

Shitsuke (ثبات، انضباط)

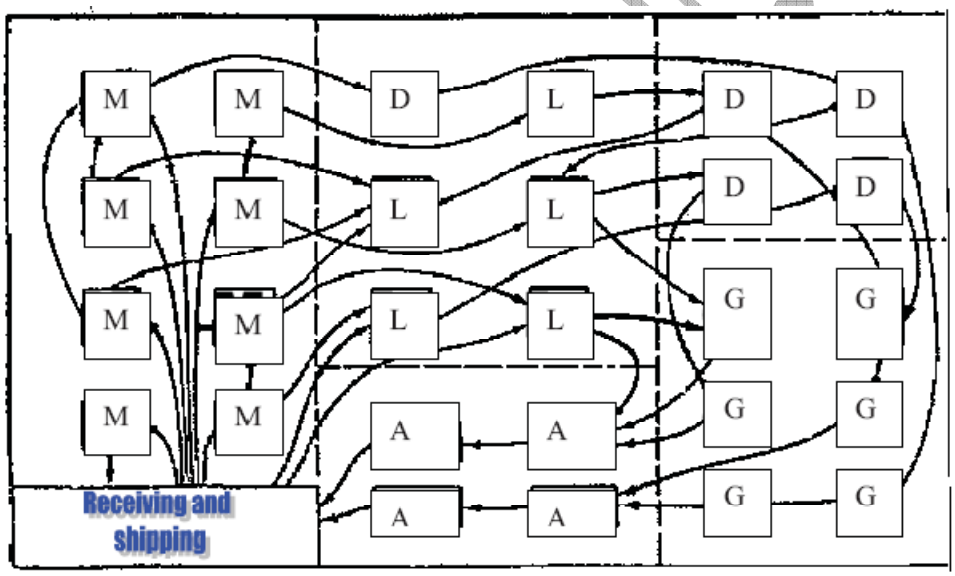
این مفاهیم در شکل ۵-۶ نشان داده شده‌اند. لازم به ذکر است این پنج s در فصول بعدی بصورت مفصل تری مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

شکل ۵-۶-پنج S ناب

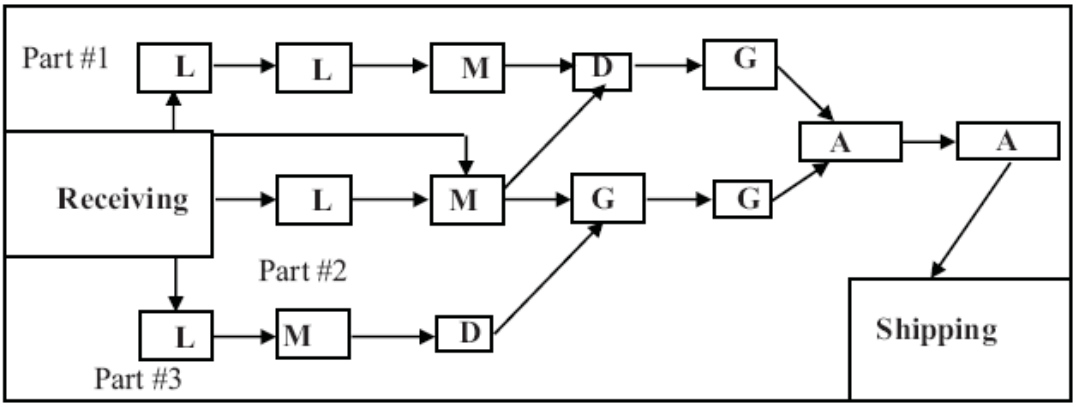
irmgn.ir

۵-۲- آرایش امکانات در تولید ناب

یک جنبه حیاتی دیگر تولید ناب سازماندهی تسهیلات تولید است. از آنجا که یکی از ابزار کلیدی تولید ناب حذف ضایعات است، آرایش (جانمایی) هر سیستم باید به نحوی باشد که ضایعات حرکت(جابجایی و انتقال مواد) و حذف انبار بخشی از هدف آرایش باشد. ممکن است بیاد داشته باشید که دو شکل سنتی آرایش در تولید وجود دارد: فرایند محور و محصول محور. در یک آرایش فرایند محور (یا تولید کارگاهی) ماشین ها بر اساس نوع سازماندهی و دسته‌بندی می‌شوند. معمولاً همه نوردها در یک قسمت و همه نبشیها در دیگری و... هستند. در آرایش محصول محور(یا جریان کارگاهی) ماشین ها طوری قرار می‌گیرند که در ماشین های همجوار عملیات ترتیبی شکل می‌گیرد. این انواع آرایش به ترتیب در شکل ۵-۷ و ۵-۸ نشان داده شده‌اند.



شکل ۵-۷-یک آرایش متداول فرایند محور یا Job Shop



irmgn.ir

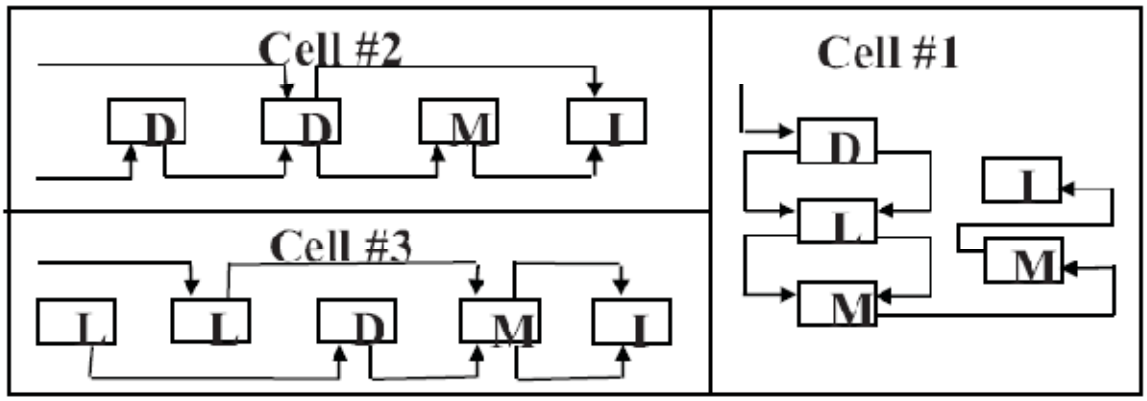
شکل ۵-۸- یک آرایش متداول محصول محور یا Flow Shop

آرایش مبتنی بر فرایند معمولاً برای انواع وسیع محصولات که در دسته های کوچک (یک یا دو) ساخته می‌شوند کاربرد دارد. مزایای جانمایی فرایندی عبارتند از: ۱) انعطاف پذیری سیستم برای تولید هر قطعه ای که تقریباً در ابعاد حجمی ماشین می‌گنجد. ۲) فهم عمیق یک فرایند خاص قابل دستیابی است ۳)برخی تجهیزات و لوازم قابل شراکت هستند. معایب جانمایی فرایند عبارتند از: ۱) کنترل و مدیریت جریان اسپاگتی دشوار است. ۲)معمولاً مقدار زیادی کالای انبار شده جلوی هر ماشین وجود دارد. ۳) آماده سازی معمولاً پرهزینه است. ۴) زمان جابجایی مواد زیاد است ۵) اتوماسیون این نوع از سیستم‌ها دشوار است.

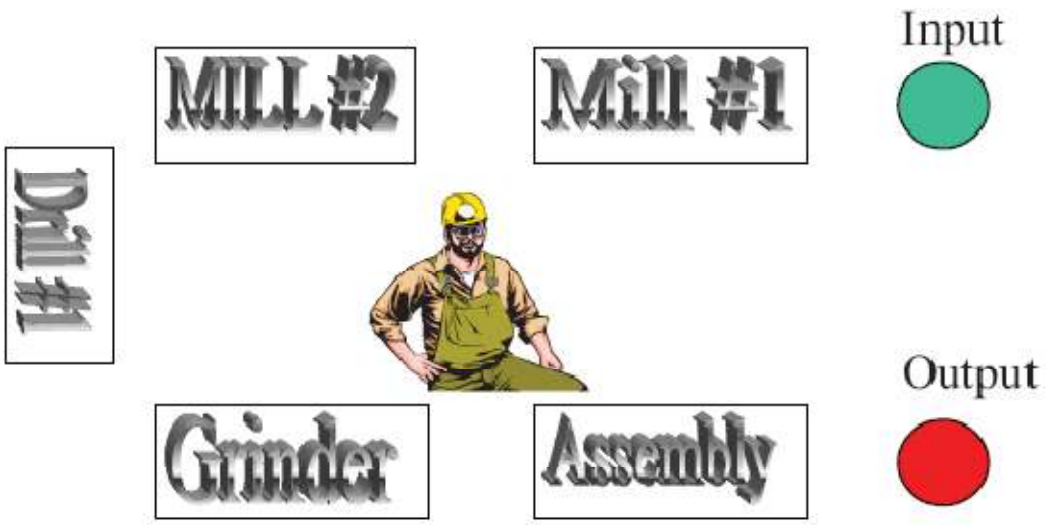
سیستم‌های آرایش مبتنی بر محصول به شکل موثری برای تولید اقتصادی کالا در حجم زیاد استفاده می‌شوند. مزایای این سیستم‌ها عبارتند از: ۱) حجم بزرگ محصول با هزینه کم می‌توانند تولید شوند ۲)جابجایی مواد کمینه است ۳) مواد درون فرایند کمینه هستند ۴) کنترل این سیستم‌ها راحت است ۵) اتوماسیون دست یافتنی و توجیه پذیر است. معایب این سیستم‌ها عبارتند از: ۱) انعطاف پذیر نیستند. از این حیث که فقط یک یا تعداد محدودی محصول می‌توانند تولید شوند ۲) زمان آماده سازی برای این سیستم‌ها خیلی زیاد است ۳) برای تعویض ابزار فرسوده، نگهداری ابزار بصورت مضاعف مورد نیاز است به نحوی که تعمیرات کمینه شود.

در کل، قطعات با حجم خیلی پایین باید در سیستم‌های از نوع فرایندی تولید شوند. مساله ای که پیش روی اکثر تولیدکنندگان می‌باشد این است که امروزه تمایل عمومی برای بسته‌های با حجم متوسط است که مرتباً تغییر می‌کند. این بدان معنی است که آرایش فرایند محور و محصول محور در پاسخ به اکثر تقاضاهای امروزی ناتوان هستند. در نتیجه ترکیبی از دو سیستم توسعه یافته است که تولید سلولی نامیده می‌شود. شکل ۵-۹ و ۵-۱۰ را مشاهده کنید. سلولها بجای تولید فقط یکی از انواع یا قطعات با حجم بالا برای تولید خانواده‌ای از قطعات استفاده می‌شوند. سلولها دسته‌هایی منطقی از ماشین هایی هستند که جهت تولید انواع مختلف قطعات که نیاز به انواع مشابه تجهیزات، ابزار و ادوات دارند، سازماندهی می‌شوند. سلولهای تولیدی برآنند تا خیلی از مزایای آرایش محصول و فرایند محور را تا حد امکان همزمان عرضه کنند.

irmgn.ir



شکل ۵-۹- آرایش سلولی تولید



شکل ۵-۱۰- یک سلول تولید U شکل

در اکثر روش‌ها آرایش سلولی محصولات را در یک سیستم تولید به واحدهای کوچکتر جدا و گروه بندی می‌کند. در اینجا استراتژی، شناسایی قطعاتی است که متعلق به خانواده های محصول مشابه هستند. یک خانواده محصول گروهی از محصولات است که معمولاً شبیه هم اند و نیاز به مراحل یکسان یا مشابه فرایندی برای تولید دارند. از لحاظ سنتی، طراحان، خانواده های محصول را بوسیله گروه بندی محصولاتی که وظایف مشابه به یک خانواده مشترک محصول دارند، تشکیل داده اند. مثالها می‌توانند به این شکل باشند: فنرها، مفصلها و غیره. به هرحال مساله یکی می‌شود، جایی که اسامی عملیات ممکن است خانواده های خیلی بزرگ

irmgn.ir

ایجاد کنند و یا نوع عملیات ممکن است نیاز به فرایندهای مختلف بسته به اندازه آنها داشته باشد. تکنولوژی گروهی[1] به عنوان روشی برای توصیف محصولات در خانواده های قابل کدگذاری معرفی شده است. یک کد توصیفی برای شکل هندسی، عملکرد و یا روش ساخت قطعات می‌باشد. از آنجا که سیستم‌های بانک اطلاعات قویتر شده‌اند، این کد با فیلد های توصیفی در بانک اطلاعاتی جایگزین شده است. امروزه تکنیکهای رسمی زیادی برای شناسایی سلولها استفاده می‌شوند.

۵-۳- کاهش زمان تنظیم دستگاه‌ها

یکی از روش‌های بکار رفته در حذف فعالیتهای اضافی از یک سیستم تولید ناب کاهش زمان مورد نیاز برای آماده‌سازی تجهیزات تولید است. شاید بهترین روش فهم برای کاهش آماده‌سازی سیستم تعویض قالب یک دقیقه ای[2] یا SMED است که توسط شینگر توسعه یافت. این سیستم به شکل گسترده ای در صنایع اتومبیل و غیره بکار می‌رود. نام این سیستم نشات گرفته از این است که در صورتی که بطور موثر بکار گرفته شود، زمان آماده‌سازی یک روزه یا بیشتر برای فرایندهای تولید تا حد دقیقه‌ها می‌تواند کاهش یابد. بحث کوتاه زیر نشان خواهد داد که سیستم خیلی پیچیده است. این بخش فقط برای ارائه مروری کلی بر SMED می‌باشد.

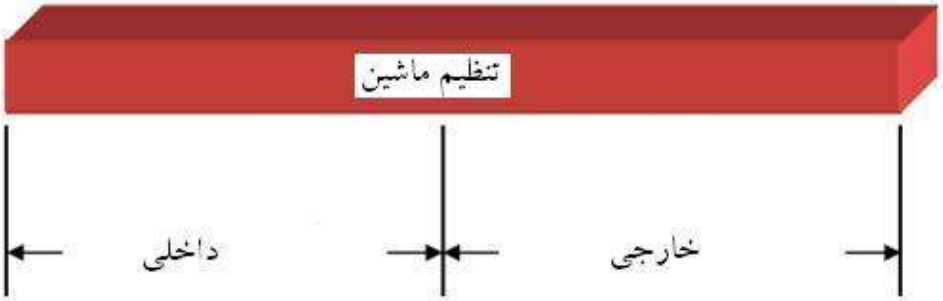
SMED فرایندی است که با طرح جزئیات اتفاقاتی که بین بسته های قطعات برای یک ماشین می‌افتد شروع می‌شود. برای مثال ماشین های کنترل عددی یا NC پر طرفدار شده‌اند زیرا آماده‌سازی بین دسته ها می‌تواند به حداقل برسد. اگر دسته‌ها قطعات، ابزار و ادوات مشابه استفاده کنند تنها نیاز به دانلود یک برنامه قطعه منطبق با دسته جدید قطعات می‌باشد. با استفاده از یک شبکه و یا ارتباطات سریالی، این عمل می‌تواند در کسری از ثانیه انجام شود. برای یک ماشین معمولی گیره‌های ثابت باید مجددا سوار شده و تنظیم شود، فرایند تنظیم ممکن است ساعتها یا روزها وقت بگیرد.

وقتی آماده‌سازی تدوین شد هر جز آماده‌سازی برای تعیین داخلی یا خارجی بودن تحلیل می گردد. جز داخلی آنست که نیاز به منابع تجهیزات دارد. یک جز خارجی آن است که می‌تواند بدون تجهیزات انجام شود. برای نمونه در مثال NC کنترل کیفیت ابزار نسبت به قطعه یا تجهیز، یک جز داخلی خواهد بود. یعنی منابع ماشین به منظور تنظیم مکان ابزار نسبت به قطعه ضروری است. از طرفی بارگذاری ابزار روی نگهدارنده ها یک جز خارجی خواهد بود.

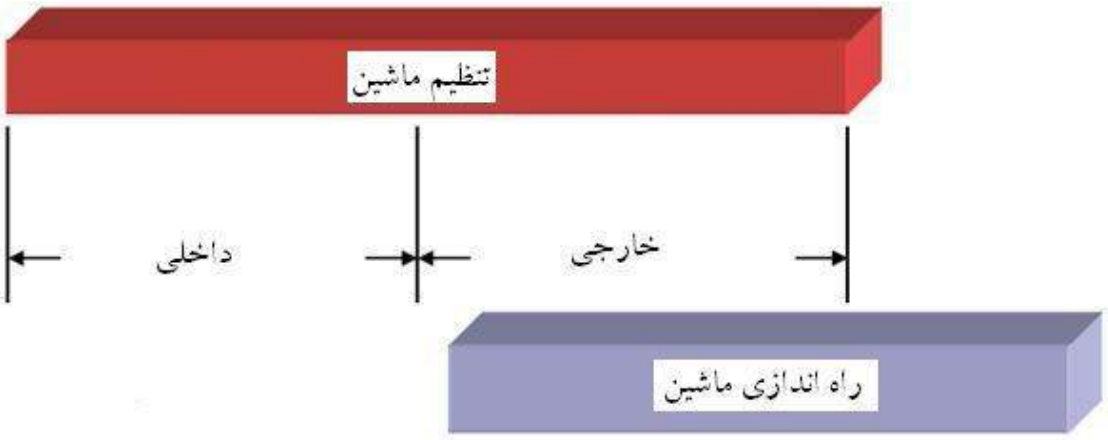
[1] - Group Technology
[2] - Single-Minute Exchange of Die

irmgn.ir

نکته کلیدی در اینجا نگه داشتن منابع حتی الامکان در حالت کارکرد طولانی است. در جهت نیل به این امر جزهای خارجی باید با ماشینکاری همسو گردند. برای مثال NC، اپراتور ابزار را تا زمانیکه ماشین NC از یک دسته قبلی قطعه تولید می‌کند به نگهدارنده بار خواهد کرد. این کار زمان عدم تولید ماشین را حذف می‌کند. در اینجا دقت کنید زمان برای تغییر حالت زمان مرده نیست بلکه جزو زمانی است که ماشین تولید ندارد. این فرایند در شکل ۵-۱۱الی ۵-۱۳ نشان داده شده است.

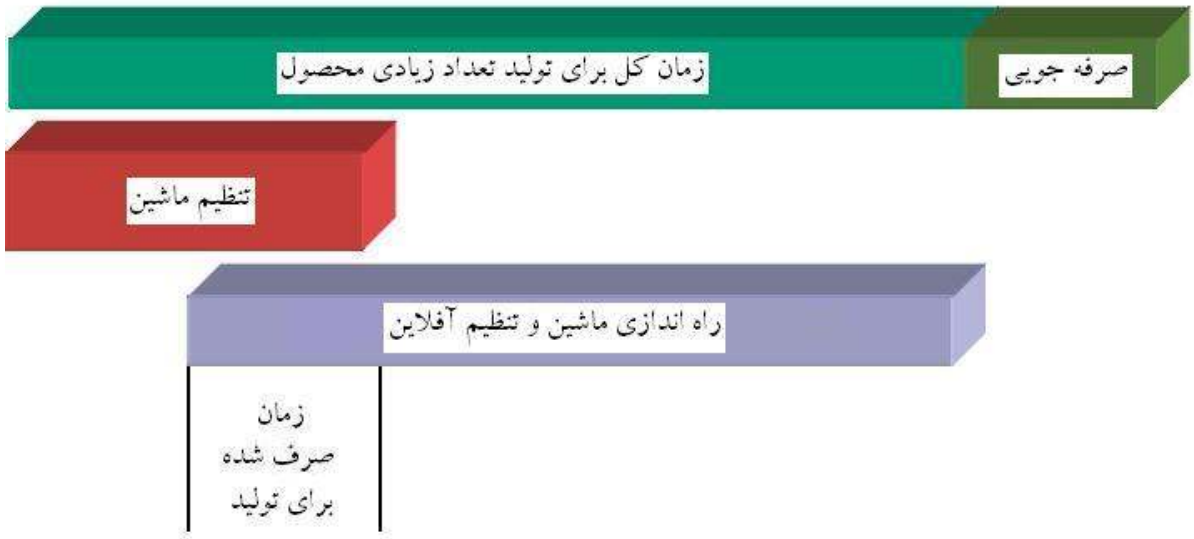


شکل ۵-۱۱- جزهای آماده‌سازی مورد استفاده در SMED



شکل ۵-۱۲- راه اندازی یک ماشین زمانیکه جزهای خارجی کامل هستند

irmgn.ir



شکل ۵-۱۳- صرفه جویی در زمان با استفاده از کاهش جزهای خارجی

استفاده از جزهای داخلی و خارجی یکی از بخشهای کاهش آماده‌سازی است. علاوه بر استفاده موازی از جزهای خارجی، اعمال تجارب روش‌های مهندسی خوب نیز برای کاهش زمان آماده‌سازی حیاتی است.

۵-۴- کنترل امکانات یک تولید ناب

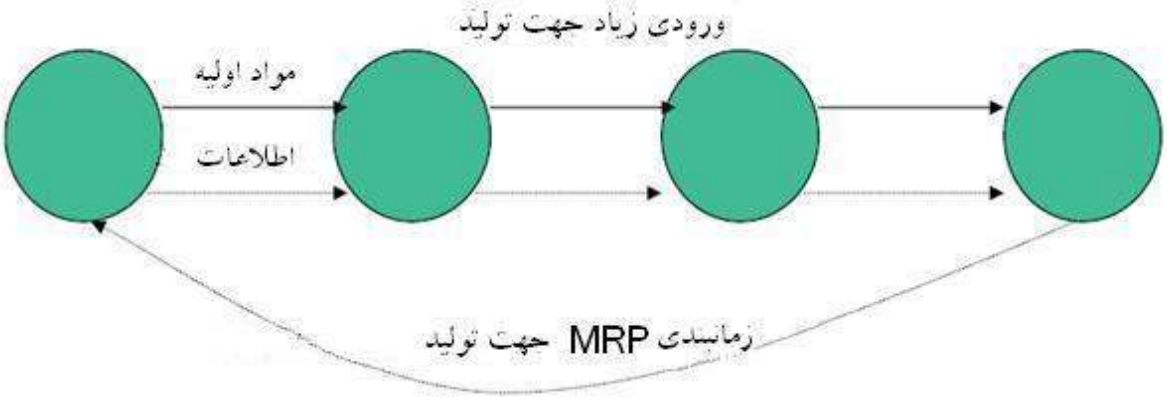
شالوده تولید ناب خلق روش‌های کارا برای تولید کالا است. حذف ضایعات، کمینه کردن ناسازگاریها و اتخاذ یک رویکرد منطقی برای تولید محصول و مدیریت امکانات، نکات کلیدی در تولید ناب هستند. بیشترین سهم زمانی که یک قطعه در تجهیزات تولید سپری می‌کند در حالت انتظار و بدون ارزش افزوده است. نتیجه این است که تولید ناب به چیزی فراتر از حذف ضایعات بدل شده است. کاهش اندازه دسته ها و کاربرد روش‌های بهتر کنترل تولید یک عامل کلیدی جدید است. در این بخش چند تکنیک کنترل تولید را معرفی می‌کنیم که به عنوان بخشی از توسعه های تولید ناب استفاده می‌شوند.

در کنترل سنتی کارخانه، کنترل فشاری[1] یک استراتژی برای کنترل قطعات در یک محیط تولیدی بود. یعنی وقتی عملیاتی در یک ماشین کامل می‌شد محصول یا قطعه به سمت ماشین بعدی هل داده می‌شد. اگر ماشینی در سیستم کندتر از ماشینهای دیگر کار می‌کرد آنگاه محصول جلوی ماشین انبار می‌شد تا اینکه دیگر فضایی باقی نمی ماند و ماشین به شکل فیزیکی جریان قطعات از ماشین تغذیه کننده را قطع می‌کرد. اکثر سیستم‌های

[1] - Push

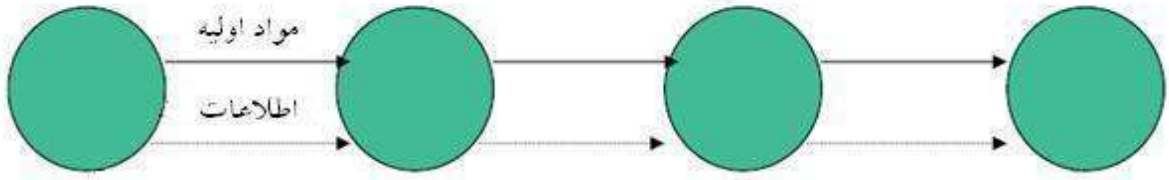
irmgn.ir

نرم افزاری برنامه‌ریزی نیازمندیهای مواد[1] از این نوع استراتژی استفاده می‌کنند. این نوع کنترل براحتی قابل استفاده است اما انبار اضافی و عدم تعادل در عملیات تولید را سبب می‌شود. شکل ۵-۱۴ چگونگی کارکرد یک سیستم فشاری را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۱۴یک سیستم کنترل فشاری مرسوم

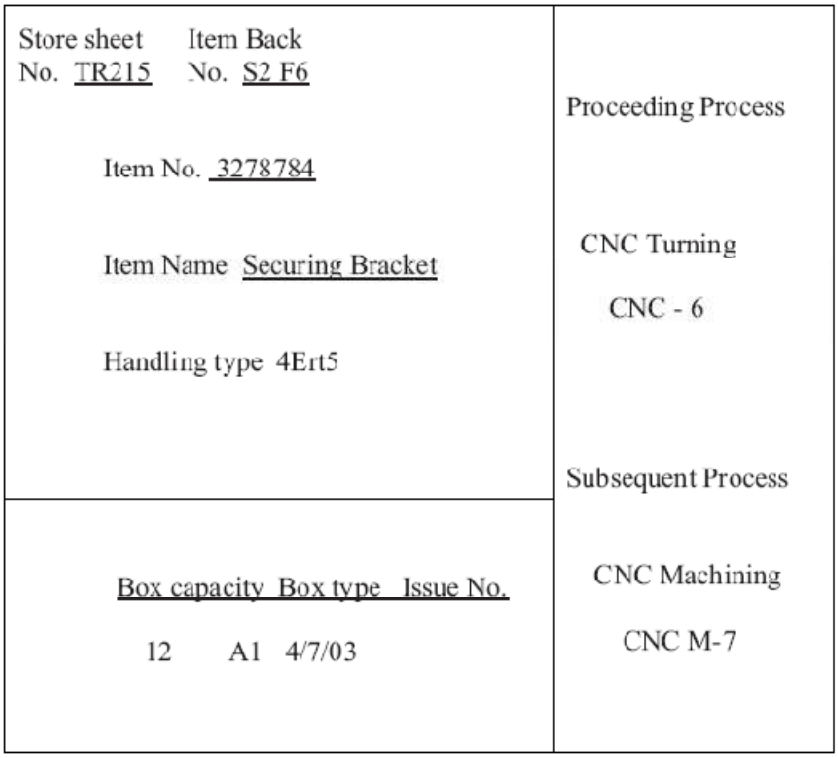
در این نوع کنترل هم اطلاعات و هم مواد به جلو هل داده می‌شوند. امروزه اکثر سیستم‌های جریان از سیستم کنترل کششی[2] بجای فشاری استفاده می‌کنند. در یک سیستم کششی، قطعات یا محصولات در یک ایستگاه تولید نگه داشته می‌شوند تا اینکه اجازه از یک ماشین پایین دست صادر شود. این نوع کنترل در شکل ۵-۱۵ نشان داده شده است. این نوع کنترل عمدتاً تحت عنوان سیستم کانبان[3] شناخته می‌شود. کانبان یک کلمه ژاپنی بوده و اشاره به مجوز یا تایید کاغذی برای ادامه جابجایی یک قطعه دارد. سیستم‌های سنتی کانبان از کارتهای فیزیکی یا رکوردهای کاغذی به عنوان مجوز برای جابجایی یک محصول استفاده می‌کنند. امروزه تایید بدون کاغذ متداول شده که به شکل چراغهای آندون یا پیغامهای الکترونیکی به ماشین بالادست داده می‌شوند ولی برخی سیستم‌ها هنوز از کانبان سنتی مثل شکل ۵-۱۶ استفاده می‌کنند.



[1] - Material Requirement Planning (MRP)
[2] - Pull
[3] - Kanban

irmgn.ir

شکل ۵-۱۵-یک سیستم کششی متداول



شکل ۵-۱۶- یک کانبان تولید متداول

کانبانها معمولاً در دو نوع هستند: تولید و حمل و نقل(یا جابجایی مواد). کانبانهای تولید برای صدور مجوز برای شروع فعالیت تولیدی از قبیل ماشین کاری و عملیات حرارتی استفاده می‌شوند در حالیکه کانبانهای حمل ونقل مجوز جابجایی یک قطعه از مکانی به مکان دیگر را می‌دهند. در بخشهای بعدی انگیزه کنترل سیستم‌های تولید را توصیف می‌کنیم.

۵-۴-۱- یک قیاس: رژه سربازان

در کتاب الیاهو گلدرات یعنی "هدف" (۱۹۹۶) اهمیت یک گلوگاه در کارخانه از طریق مقایسه با سربازان پیشاهنگ در رژه توصیف می‌شود. یکی از پیشاهنگها یک کوله پشتی خیلی سنگین دارد. نتیجتاً او خیلی

irmgn.ir

آهسته‌تر از بقیه حرکت می‌کند و لذا شکافی بین او و پیشاهنگ در جلو ایجاد می‌شود. این امر به این ارتباط دارد که چگونه انبوهی از کالای انبار شده در مقابل یک ماشین کند شکل می‌گیرد.

اما این نیمی از داستان است. در یک ستون از سربازان، مساله عقب ماندن یک رژه رونده نیست. هر سرباز وزن مشابهی را حمل می‌کند بنابراین خط متعادل است و تنگنای مشخصی وجود ندارد. مساله افزایش تغییرپذیری است: اگر سرباز اول بنا به دلایلی قدری سریعتر رود سرباز دوم شکافی در جلوی خویش خواهد دید و این را به عنوان نشانه ای برای سریعتر رفتن تلقی می‌کند. منتها او برای رسیدن به سرباز اول سریعتر از او حرکت خواهد کرد. وقتی به وی رسید نیاز دارد تا دوباره کند شود تا به نفر جلو برخورد نکند.

اکنون سرباز سوم شکافی بزرگتر از نفر دوم پیش روی خود میبیند لذا باید سریعتر حرکت کند و وقتی شکاف را پر کرد باید کند شود. این روش، تغییر کوچک در سرعت، پایین خط را مثل یک شلاق تقویت می‌کند و فرد بیچاره در انتهای خط بین دویدن و رژه در جا در نوسان خواهد بود.

این همان فرایندی است که در خط تولید رخ می‌دهد. ماشین آخر در خط تلاش می‌کند تا فرایند تقاضا را دنبال کند اما مقداری نوسان بدلیل تغییر پذیری فرایند به آن اضافه می‌کند. ماشین یکی مانده به آخر تلاش می‌کند تا فرایند ورودی ماشین آخر را دنبال کند منتها نوسان بیشتری اضافه می‌کند. این امر نوسان بالادست را تقویت می‌کند لذا ماشین اول در خط بین کار در ظرفیت و انتظار برای چیزی که از بافر خروجی اش خارج می‌شود نوسان خواهد کرد. برای خلاصی از این حالت باید عاملی تمام تغییرپذیری فرایند را از قبیل خطاهای ماشین و تغییرپذیری زمان عملیات، حذف کند. این امر می‌تواند پرهزینه و وقت گیر باشد.

سربازان چگونه به این مساله پیش پا افتاده واکنش نشان میدهند؟ اگر آنها تازه‌سرباز باشند توسط سرگروهبان که آهنگی را فریاد میزند آگاه می‌گردند. سربازان خیلی ورزیده آهنگ مارش را هنگام جلو رفتن می‌خوانند و هر سرباز پیاده منبع بزرگی از این آهنگها را در لوازم خود به همراه دارد. هر دوی این تکنیکها همزمان اثر پخش آهنگ مناسب برای هر سرباز در خط را دارد.

این چیزی است که سیستم کنترل یکپارچه انجام می‌دهد. این سیستم، وضعیت و اطلاعات تقاضا را بدون هیچ نوسانی به ماشین اول در خط منتقل می‌کند. تمام ماشینهای پایین دست می‌دانند که روی هر قطعه ورودی در بافر باید کار کنند لذا آنها نیز پیام را می شنوند.

سربازان چشمشان را نمی بندند و مانند کورها مارش نمی‌کنند. آنها حتی اگر آهنگ مناسبی دریافت کنند همچنان فاصله تا نفر جلو را مشاهده می‌کنند. اگر شکاف پهنتر شود آنها گامهای بلندتری بر خواهند داشت و

irmgn.ir

اگر باریکتر شود گامهایشان را کوتاهتر می‌کنند. در این روش مارشها به دو نوع اطلاعات یکدفعه واکنش نشان می‌دهد. جریان اطلاعات کلی که سرعت کلی را تعیین می‌کند و اطلاعات محلی که برای تنظیمات جزیی استفاده می‌شوند.

این همان روشی است که سیاست ترکیبی کار در فرایندها ثابت [1] مطابق آن کار می‌کند: CONWIP یک سطح هدف برای موجودی انبار تنظیم می‌کند: جایی که یک بافر کوچک برای کمک به جبران برخی تغییرپذیری های تولید استفاده می‌شود. کنترل CONWIP یک جریان اطلاعات کلی ارائه می‌دهد (مثل فریاد سرگروهبان) در حالی که کنترل کانبان یک جریان محلی اطلاعات را ارائه می‌دهد(مثل مشاهده فاصله با سرباز جلویی). در سیاست ترکیبی ما، جریان اطلاعات کلی از فرایند تقاضا بوسیله اطلاعات محلی از سطوح بافر تکمیل می‌گردد. این مزایای کنترل CONWIP را قابل اجرا می‌کند در حالی که از نقاط قوت کنترل کانبان برای حذف معایب استفاده می‌کند.

۵-۴-۲- تعادل و زمان بندی در تولید

سیستم‌های کنترل تولید کششی میل به تعادل فعالیتها دارند. بهر حال این سیستم‌ها فقط در سیستم‌های تولید جریانی کار می‌کنند. لذا مهم است که خانواده قطعات ایجاد شوند به نحوی که محصول در امکانات تولید در یک جهت مشترک جابجا گردد. وقتی کنترل این سیستم‌ها بدرستی پیاده سازی شد این سیستم‌ها سیستم‌های تولید بهنگام [2] یا JIT نامیده می‌شوند. زیرا محصول وقتی می‌رسد که به آن نیاز است. این امر به کاهش انبار کمک کرده و نقاط مشکل دار را در تولید برجسته می‌کند. این سیستم‌ها وقتی بخوبی کار می‌کنند که جریان یکنواخت بوده و ترکیب محصول پایدار باشد. نوسانات شدید در ترکیب محصول و زمان تولید برای هر سیستم کنترل مشکلاتی ایجاد می‌کند و سیستم‌های تولید بهنگام نیز از این قاعده مستثنی نیستند. حتی ممکن است این سیستم‌ها بدتر از سیستم‌های سنتی کار کنند زیرا بافر کم و یا بعضاً هیچ بافری برای جبران نوسان در دسترس نیست.

کانبان و JIT نیز بر اساس تعدادی از ملزومات سیستم استوار می‌باشند که عبارتند از:

۱)پایداری فرایند قبلی

۲) تولید متعادل شده

[1] - Constant Work in Process- CONWIP
[2] - Just In Time

irmgn.ir

۳)زمان تکت[1] و چرخه تولید

۴)حفظ کیفیت مناسب

۵)آموزش اعضای گروه

اکثر این ملزومات تا حدودی ذاتی هستند. برای مثال بدون یک فرایند پایدار، تغییر پذیری تولید برای کنترل بر پایه JIT خیلی بالا خواهد بود.

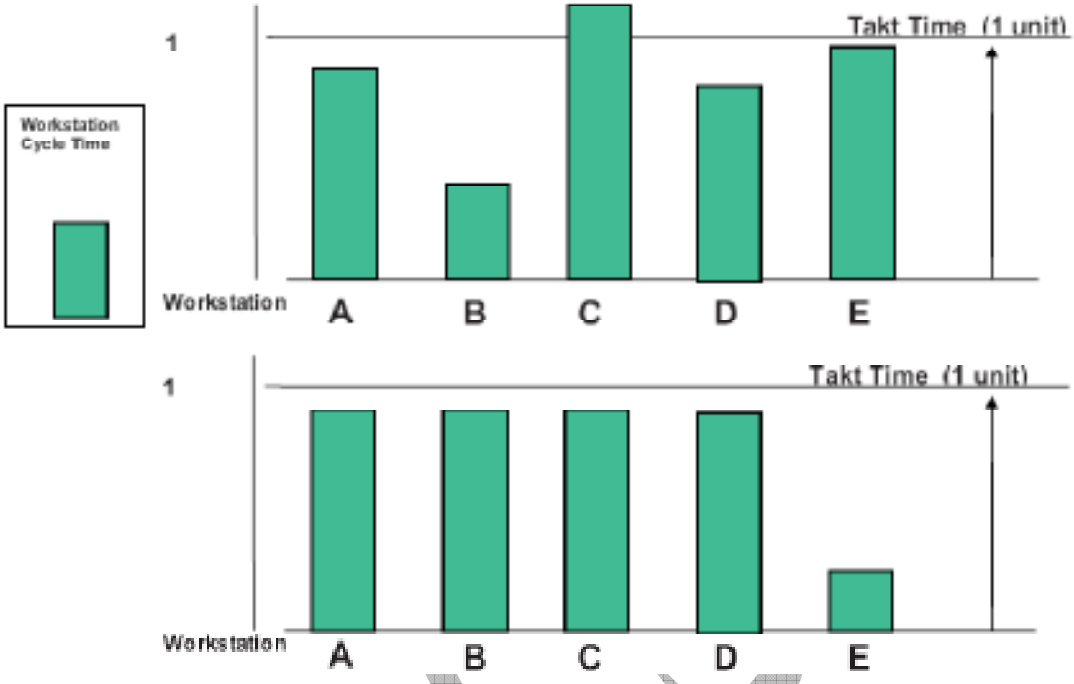
بطور مشابه اگر زمان کارکرد ماشینهای مختلف به شکل چشمگیری متفاوت باشد آنگاه بهره برداری ماشین خیلی پایین خواهد بود. تکت یک واژه معادل برای آهنگ بوده و اشاره به این دارد که چند وقت یکبار قطعه یا محصول مورد نیاز است یا نرخی که محصول مورد نیاز است(معمولا توسط مشتری). زمان تکت (نمونه قطعه /زمان) T_k مانند زیر محاسبه می‌شود:

T_k = (ثانیه در روز) تقاضای روزانه(قطعه در روز) / زمان عملیات موجود

زمان چرخه مقیاسی از این است که برای یک عملیات خاص چقدر زمان می‌برد که همچنین با واحدهای مشابه بیان می‌شود (قطعه/زمان). زمانهای تکت و چرخه در شکل ۵-۱۷ نشان داده شده‌اند. شکل بالایی پیاده سازی نادرست زمان تکت را نشان می‌دهد که در آن زمان میانگین چرخه (یا فقط زیر زمان میانگین چرخه به عنوان زمان تکت استفاده می‌شود). در این سناریو اپراتور C قادر نخواهد بود با آهنگ سیستم همگام شود به همین سبب یک گلوگاه ایجاد می‌شود. در شکل پایینی تمام اپراتورها قادرند با آهنگ سیستم یا زمان تکت همگام شوند.

[1] - Takt Time (منسوب به یک محقق المانی به همین نام)

irmgn.ir



شکل ۵-۱۷-مقایسه زمان تکت و زمان چرخه

مبحث بالا راجع به کنترل تولید، خلاصه‌ای از کنترل در یک سیستم ناب است که قصد دارد یک مرور کلی بر نحوه کارکرد یک سیستم کنترل موثر در تولید ناب داشته باشد.

۵-۵- پنج مرحله پیاده سازی تولید ناب

فرایند مورد استفاده برای پیاده سازی تولید ناب سرراست است. بهر حال حیاتی است که ناب تحت یک روش منطقی پیاده شود. مراحل مرتبط با پیاده سازی ناب عبارتند از:

مرحله ۱: تعیین ارزش

تعریف ارزش از دیدگاه مشتری نهایی. بیان ارزش بر حسب یک محصول مشخص که پاسخگوی نیازهای مشتری در یک قیمت مشخص و زمان مشخص می‌باشد.

مرحله ۲: نقشه

تعیین جریان ارزش: مجموعه تمام فعالیتهای مشخص مورد نیاز برای آوردن محصول مشخص از طریق سه کار حیاتی مدیریت در هر تجارت: کار حل مساله، کار مدیریت اطلاعات و کار تبدیل فیزیکی. یک نقشه از وضعیت کنونی و آتی جریان ارزش ایجاد کنید. ضایعات را در وضعیت کنونی شناسایی، طبقه بندی و آن را رفع کنید.

irmgn.ir

مرحله ۳: جریان

مراحل باقیمانده را در جریان ارزش بسازید. موانع کارکردی را حذف کرده و یک سازمان متمرکز بر محصول توسعه دهید که به شکل چشمگیری زمان انجام کار را بهبود می‌بخشد.

مرحله ۴: حرکت به سمت سیستم کششی

بگذارید مشتری محصولات را مطابق نیاز بردارد که این امر موجب حذف نیاز برای پیش بینی فروش می‌گردد.

مرحله ۵: تکامل

فرایند تلاش در جهت کاهش زمان، فضا، هزینه و اشتباهات انتها ندارد. به مرحله اول برگردید و تبدیل ناب بعدی را شروع کنید که به مشتریان محصولات مطلوبشان را ارائه می‌کند.

جمال شهرابی